

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-343813

(43)Date of publication of application : 24.12.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/18  
H01L 21/203

(21)Application number : 04-172009

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 05.06.1992

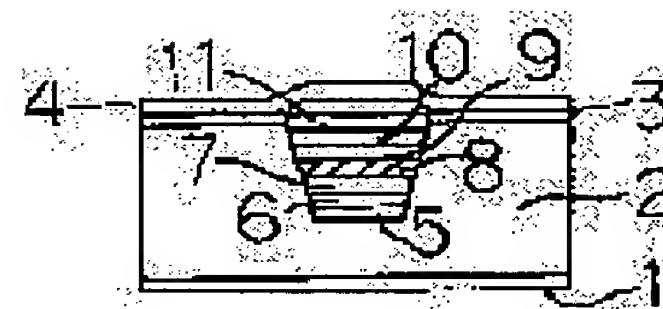
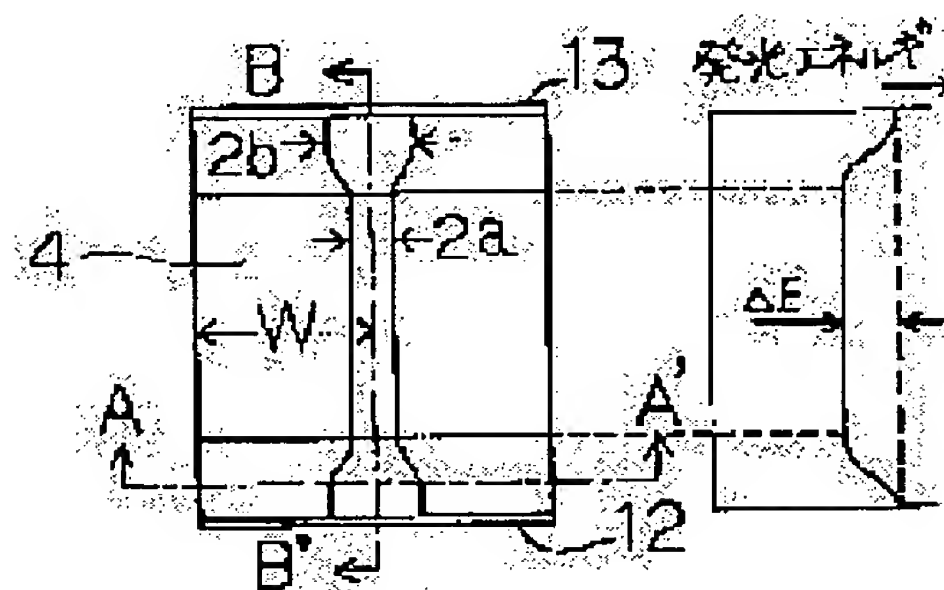
(72)Inventor : FUJINO YOUSUKE

## (54) QUANTUM-WELL-STRUCTURE SEMICONDUCTOR LASER AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent that an edge is destroyed due to instantaneous optical damage and to achieve the high output of a laser device by a method wherein a quantum well-type active layer is formed in such a way that its stripe width is made gradually narrow toward the inside and the thickness of an active layer is made thick with reference to the stripe width and the thickness on the edge side of a resonator.

CONSTITUTION: When carriers are injected into an active region in an active layer 8, light is emitted, by the recombination of electrons and holes, at a light-emitting wavelength which is decided by a quantum well width and a material composition, it is reflected and amplified between two edges of a resonator and a laser is oscillated. A pattern width is made wide on the edge side in such a way that a stripe width 2b in the active layer 8 on the edge side becomes larger than a stripe width 2a at the inside of the resonator; a crystal is grown in such a way that it is thin on the edge side (an energy band gap becomes large) and the it is thick at the inside of the resonator (the energy band gap becomes large). Thereby, the threshold value by instantaneous optical damage at the edge of the resonator can be increased, an edge structure which is easy to destroy is prevented and the high output of a laser beam can be achieved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Congress, dated January 3, 1861. It is a very important document, as it sets out the President's policy for the new year. The President states that he has no objection to the Congress passing any law that it may see fit to pass, provided it does not interfere with the rights of the States.

2. The second part of the document is a report from the Secretary of the Treasury, dated January 3, 1861. It contains a detailed account of the financial condition of the United States at the end of the year. The Secretary states that the Treasury is in a very healthy condition, and that the Government has a large surplus of money. He also mentions that the Government has a large amount of debt, but that it is all paid for by the sale of bonds.

3. The third part of the document is a report from the Secretary of the Interior, dated January 3, 1861. It contains a detailed account of the land and mineral resources of the United States. The Secretary states that there is a large amount of land available for settlement, and that there are many valuable mineral resources. He also mentions that the Government has a large amount of land that it has acquired, and that it is planning to sell it.

4. The fourth part of the document is a report from the Secretary of the Navy, dated January 3, 1861. It contains a detailed account of the Navy's operations during the year. The Secretary states that the Navy has been very active, and that it has captured many ships and taken many prisoners. He also mentions that the Navy has a large amount of money that it has received from the sale of ships and other property.

5. The fifth part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 3, 1861. It contains a detailed account of the War's operations during the year. The Secretary states that the War has been very active, and that it has captured many ships and taken many prisoners. He also mentions that the War has a large amount of money that it has received from the sale of ships and other property.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-343813

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01S 3/18

H01L 21/203

M 8422-4M

審査請求 未請求 請求項の数5(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-172009

(22)出願日 平成4年(1992)6月5日

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 藤野 陽輔

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

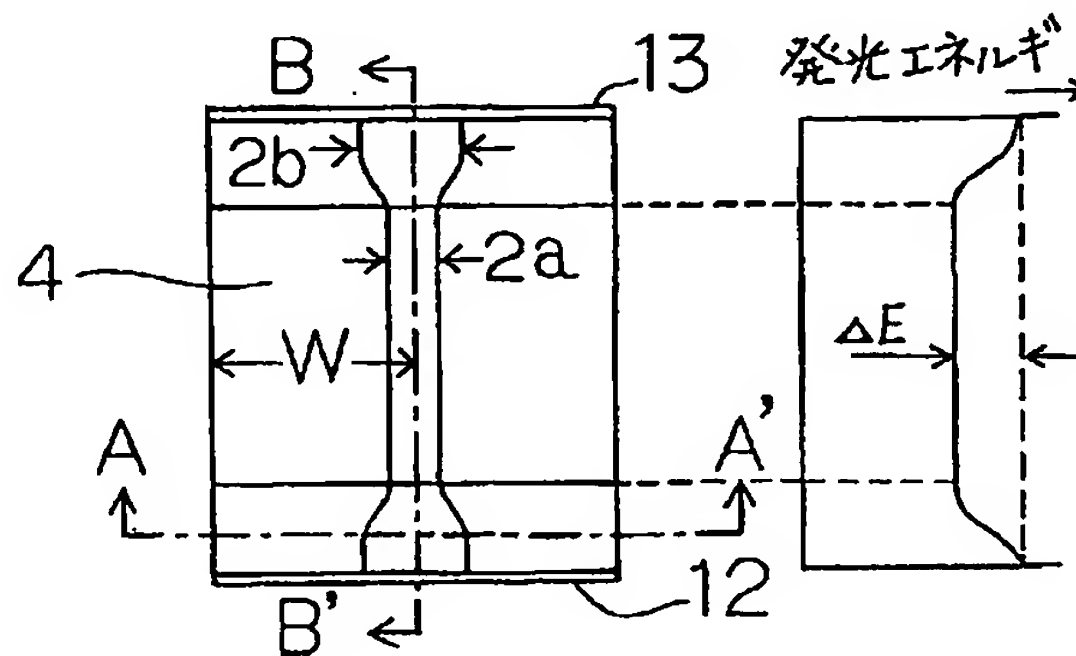
(74)代理人 弁理士 泉名 謙治

(54)【発明の名称】 量子井戸構造半導体レーザ装置及び製造方法

(57)【要約】

【目的】瞬時光学損傷による端面破壊を防止し、より高出力で、かつ動作特性が安定し、高効率で高信頼性を目的とする。

【構成】量子井戸型活性層を、共振器の端面側でのストライプ幅と厚みに対して、内部に向けて徐々にストライプ幅を狭くし、かつ活性層の厚みを厚くしてなることを特徴とする半導体レーザ装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一または多重の量子井戸構造の活性層を備え、第1の端面と第2の端面を備えた半導体レーザ装置において、第1の端面および第2の端面の少なくとも一方に対応する端面側の活性層のエネルギーバンドギャップ値が、中央部の活性層のエネルギーバンドギャップ値よりも、大きくしてなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 請求項1の半導体レーザ装置において、活性層に電流を注入せしめる電流注入電極の少なくとも一方の端が第1の端面または第2の端面に接しないように設けられ、前記電流注入電極に対応した活性層の活性領域でキャリアが注入されることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項3】 活性層の厚みが、少なくとも一方の端面側で、中央部よりも薄くされたことを特徴とする請求項1または2の半導体レーザ装置。

【請求項4】 一方の端面に低反射膜を、もう一方の端面に反射膜を設けたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項の半導体レーザ装置。

【請求項5】 半導体基板上に、バッファ層、第1クラッド層、単一または多重の量子井戸構造を有する活性層または前記活性層を第1と第2の 그레이デッド・インデックス層で挟み込んだ層、さらに第2クラッド層、そしてキャップ層を、この順にストライプ状に気相成長方法で形成し、このように設けられた積層構造を挟むようにp型電極と、n型電極とが両面に設けられた半導体レーザ装置の製造方法において、前記活性層の形成に用いる絶縁マスクのマスク穴の少なくとも一端の幅が、そのマスク穴の中央部の幅よりも太い非矩形のマスク穴を有する絶縁マスクを用い、かつ選択結晶成長法によって活性層を形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高信頼性で高出力の半導体レーザ装置およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 共振器の端面に処理を特に施していない通常の半導体レーザにおいては、端面劣化のために高い出力を得ることができない。高出力化の一つの方法として、いわゆるウィンドウ構造が提案されている。これは、図5に示すように共振器の端面に、共振器の内部よりもバンドギャップエネルギーが高く、共振光に対して透明となる領域を設けるものである。

【0003】 図5に従い、従来技術の説明を行う。n型GaAs基板22上にn型AlGaAs型第1クラッド層23、n型AlGaAs活性層24、n型AlGaAs型第2クラッド層25を結晶成長させる。その後、2

つの端面14と15から離れた共振器内部のみに選択的に亜鉛などのp型不純物を拡散して、図5中の斜線部に示すp型拡散領域28を形成し、表面からn型AlGaAs活性層24までをp型とし、ダブルヘテロ構造を形成する。そしてこのようにして設けた積層構造の下面にn型電極21を設け、上面にp型電極27を絶縁膜26を介して設ける。

【0004】 通常、同じ材料の場合、n型の方がp型よりも実効的なエネルギーバンドギャップが大きいため、端面14および端面15の近傍に共振光に対して透明なウィンドウ構造が形成されることになる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、図5に示す従来例において、n型AlGaAs活性層24にp型不純物が高濃度にドーピングされている。つまり、半導体レーザにおける発光作用の中心部位である活性層そのものに高濃度ドーピングが行われるので、(イ)結晶性の低下、(ロ)フリーキャリア吸収の増大による発振しきい値電流の上昇、およびこれに伴う発振効率の低下、(ハ)信頼性の低下等の問題点を有していた。さらにn型クラッド層と活性層との境界でpn接合をとるために、(ニ)製造工程においてその不純物拡散の制御が、非常に難しいという欠点を有していた。

【0006】 そこで本発明は上記のような問題点を解消するためになされ、高信頼性で高出力の半導体レーザ装置を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、単一または多重の量子井戸構造の活性層を備え、第1の端面と第2の端面を備えた半導体レーザ装置において、第1の端面および第2の端面の少なくとも一方に対応する端面側の活性層のエネルギーバンドギャップ値が、中央部の活性層のエネルギーバンドギャップ値よりも、大きくしてなることを特徴とする半導体レーザ装置を提供する。

【0008】 また、半導体基板上に、バッファ層、第1クラッド層、単一または多重量子井戸構造を有する活性層または前記活性層を第1と第2の 그레이デッド・インデックス層で挟み込んだ層、さらに第2クラッド層、そしてキャップ層を、この順にストライプ状に気相成長方法で形成し、このように設けられた積層構造を挟むようにp型電極と、n型電極とが両面に設けられた半導体レーザ装置の製造方法において、前記活性層の形成に用いる絶縁マスクのマスク穴の少なくとも一端の幅が、そのマスク穴の中央部の幅よりも太い非矩形のマスク穴を有する絶縁マスクを用い、かつ選択結晶成長法によって活性層を形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法を提供する。

## 【0009】

【作用】 本発明における半導体レーザ装置は、積層構造をなす共振器の端面部において活性領域のバンドギャッ

エネルギーを、中央部よりも相対的に大きくすることによりウインドウ構造を形成し端面における瞬時光学損傷 (COMD: Catastrophic Optical Mirror Damage) のしきい値を増大させることができる。さらに、拡散プロセスを用いずして活性層等を形成することが可能である。

#### 【0010】

【実施例】図1は、本発明の実施例の上面図とそれに対応する発光エネルギー状態を示すグラフとを示すブロック図である。この上面図において、端面側に位置する部位が太く、中央部側が相対的に細く設けられたストライプ部を模式的に表している。図2は、図1のA-A'切断線における断面図である。図3は、図1のB-B'切断線における断面図である。図2と図3も、積層構造の断面を模式的に表している。なお、理解のためストライプ部の厚みを強調して描いている。

【0011】図2を参照して説明する。GaAsのn型基板2上に、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などの絶縁マスクを用いて、逆台形の溝をドライエッチングもしくはウェットエッチング等により形成する。このとき絶縁マスクの幅は共振器の端面側において幅広く、共振器の端面から離れた内部において幅狭くしている。

【0012】その後、MO-CVD (Metal-Organic CVD)、MBE (Molecular Beam Epitaxy: 分子線エピタキシャル法)、MO-MBE等の選択結晶成長技術を用い以下の積層構造を形成する。

【0013】まずn型GaAsからなるバッファ層5、n型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asからなる第1クラッド層6、ノンドープAl<sub>1-X</sub>Ga<sub>1-X</sub>As (X=0.2~0.5) からなる第1 그레이デッド・インデックス層7 (Graded-Index層、屈折率変化層のことである、以下GRIN層と略す)、ノンドープ性のMQW (Multi Quantum Well: 多重量子井戸) を有する活性層8、ノンドープAl<sub>1-Y</sub>Ga<sub>1-Y</sub>As (Y=0.2~0.5) からなる第2 GRIN層9、p型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asからなる第2クラッド層10、p型GaAsからなるキャップ層11を成長させる。

【0014】さらにp型電極4およびn型電極1を形成する。なお、上面のp型電極4の端は共振器の2つの両側の端面からそれぞれ離れて内部のみに形成しているので、レーザ発光動作上のマイナス要因である非発光再結合を抑制することができる。また第1バッファ層5と第1クラッド層6の間に、超格子等のバッファ層をさらに挿入し、結晶性を向上させることも可能である。第1 GRIN層7と第2 GRIN層9とは、設けなくともレーザ発光動作は可能である。発光しきい値の点では、設けた方が望ましい。

【0015】このような積層構造を設けた後で、所望の共振器長に、積層構造をへき開し、レーザ光の取り出し

方向とする端面 (出射端面となる) に10%程度の反射率を持たせた低反射膜12 (以下、AR膜と略す) を、この反対側に位置して非出射端面となる端面に90%程度の反射率を持たせた反射膜13 (以下、HR膜と略す) をコーティングし、レーザ光の高出力化および端面そのものの酸化防止を行っている。

【0016】なお、図3においてはストライプ部の中央部側の厚みが端面側よりも相対的に厚いため、端面側より中央部側で盛り上がっているように強調して図を描いている。また、これに対応して、図2ではキャップ層11の斜面部 (断面部からp型電極までの間) が断面部の直上に見えるものとしている。実際は、巨視的にはほぼ平坦な積層構造である。また、p型電極4と直接コンタクトしないキャップ層11の表面には、さらに保護膜を設けてもよい。

【0017】次に、この半導体レーザ装置の基本的な動作について説明する。p型電極4に正の電圧を、かつn型電極1に負の電圧を印加する。本実施例では、p型電極4が電流注入電極として作用する。電流は逆台形上の溝に制限されノンドープ性のMQWを有する活性層8の、p型電極4に対応する活性領域に集中する。活性層8の活性領域にキャリアが注入されると電子とホールとの再結合によって量子井戸幅と、材料組成で決定される発光波長で発光し、発光した光は共振器の2つの端面の間で反射増幅され、ある電流値、いわゆる発振しきい値以上になるとレーザ発振する。

【0018】GaAsや、AlGaAs等の量子井戸の井戸幅と、その発光エネルギーの関係は、量子井戸幅が大きくなると、発光波長が長くなることである (発光エネルギーは小さくなる)。そして、その他の諸条件にもよるが、量子井戸幅が20nmを超えると、発光波長の変化は飽和し、一定の値に近づく傾向にある。たとえばGaAsを例にとると図4のような特性を示す。

【0019】図1における半導体レーザにおいて、例えばGaAsの量子井戸幅を共振器の端面側において6nm、共振器内部 (端面側に対しての中央部) において8.6nmとする。この構造によって端面側と中央部での発光エネルギーの差が、 $\Delta E \approx 40 \text{ meV}$  (ミリエレクトロンボルト) となり、共振器の端面側において大きくすることができる。

【0020】このように活性層の部位によって、量子井戸幅の異なる結晶は、MO-CVD、MO-MBE等の選択結晶成長技術を用いることにより実現できる。すなわち図1に示すように端面側での活性層8のストライプ幅を2bとし、共振器の内部でのストライプ幅2aとし、 $2b > 2a$ となるように端面側でのパターン幅を広くすることにより、広い部分 (端面側) には薄く (すなわちエネルギーバンドギャップ=E<sub>g</sub>大)。狭い部分 (共振器の内部) には厚く (すなわちエネルギーバンドギャップ=E<sub>g</sub>小) なるように結晶成長させることができる。



【0021】これは絶縁マスク上において結晶成長が起こらないため、絶縁マスク上の気相中に存在する原料種が気相中を横方向に拡散し、成長領域に到達して成長に寄与するためである。すなわち、マスク幅が大きく、マスク穴が小さい（すなわちマスクの占める割合が大きい）ほど厚く成長することによる。

【0022】図1にその形状が表されている。n型基板2に設けられた溝に、積層されるストライプ状の構造の端面部での幅を、ほぼ $2b$ とし、中央部での幅をほぼ $2a$ とする。また、 $B-B'$ 切断線は、中心線を兼ねるものとし、 $W$ は積層構造を有する半導体レーザ装置の幅のほぼ $1/2$ を示す。従って、図1に示す $W$ 、 $a$ 、 $b$ の寸法比を変えることにより、( $a < b < W$ ) 端面側を薄く、共振器の内部（端面側に対する中央部）において厚くすることができ、ウインドウ構造が形成される。

【0023】また同時に、共振器の端面側において導波領域が徐々に広がっているために、光密度を低減させることができる。この形状は、ほぼマスク穴の形状で決定される。以上の効果により瞬時光学損傷（COMD）を、従来のものに比して1桁程度改善できる。また、共振器内部と端面側ではパターン幅をなだらかに変化させているので、導波損失を同時に小さくすることが可能である。

【0024】なお、本実施例においては、徐々にストライプ幅が曲線状に変化する図1の形式のものを例示したが、直線状に変化する形式のものであってもよい。また、端面に近づくにつれてより開口する形式のものであってもよい。

【0025】上記の実施例では、多重量子井戸型（MQW）としたが、活性層を単一量子井戸（SQW）としてもよい。実施例に示すようなFP型の半導体レーザだけでなく、回折格子を備えたDBRや、DFB型のレーザでも適用可能である。さらにストライプ構造は、実施

例に示す以外の他の構造、例えば埋め込み型、プレーナ型等のようなストライプでも適用可能である。

#### 【0026】

【発明の効果】以上のように、本発明により、共振器端面における瞬時光学損傷（COMD）のしきい値を増大させることができ、破壊しやすい端面構造を保護し、レーザ光の高出力化を達成することができるとともに、半導体レーザ装置としての信頼性の向上の効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の上面図と発光エネルギー状態を示すグラフとを対応したブロック図。

【図2】第1の実施例の正面（ $B-B'$ 切断線）から見た断面図。

【図3】第1の実施例の側面（ $A-A'$ 切断線）から見た断面図。

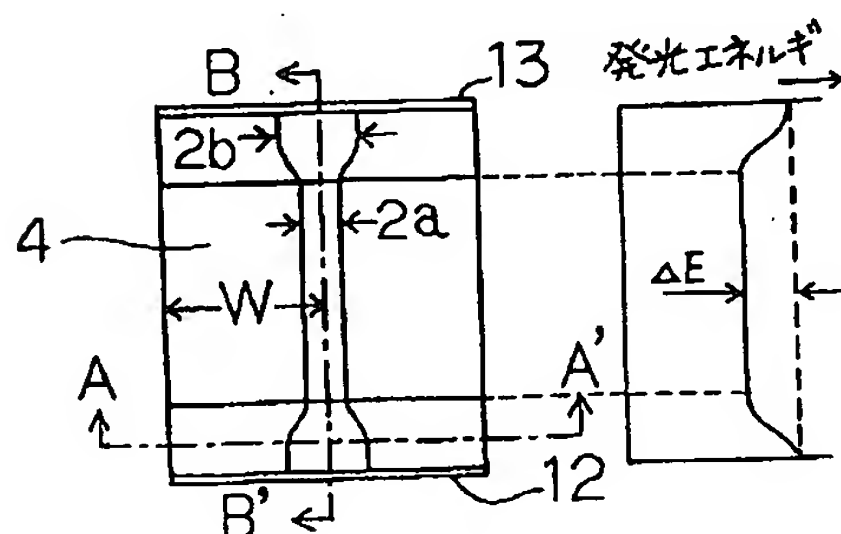
【図4】GaAsの量子井戸幅と発光エネルギーの関係を示すグラフ。

【図5】従来例におけるウインドウ構造を示す側面図。

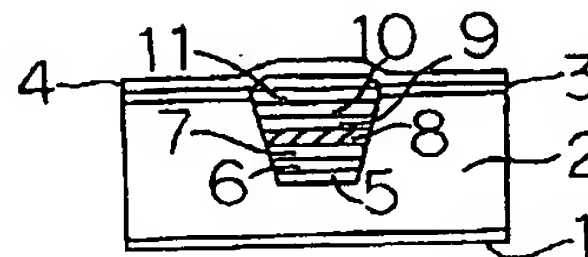
#### 【符号の説明】

- 1 : n型電極
- 2 : n型基板
- 3 : 絶縁膜
- 4 : p型電極
- 5 : バッファ層
- 6 : 第1クラッド層
- 7 : 第1 그레이デッド・インデックス層
- 8 : 活性層
- 9 : 第2 그레이デッド・インデックス層
- 10 : 第2クラッド層
- 11 : キャップ層
- 12 : 低反射膜
- 13 : 反射膜

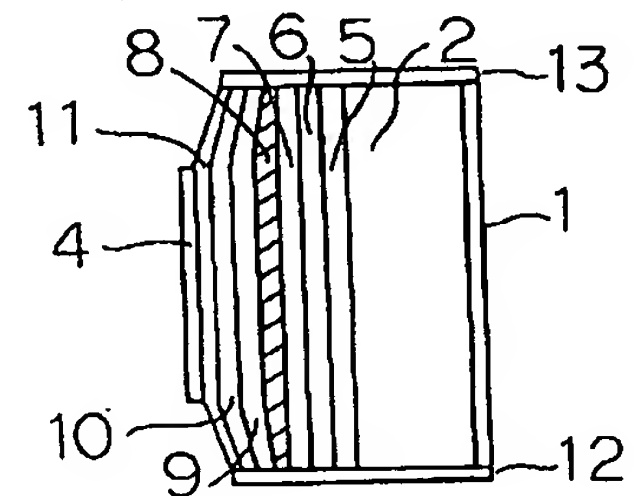
【図1】



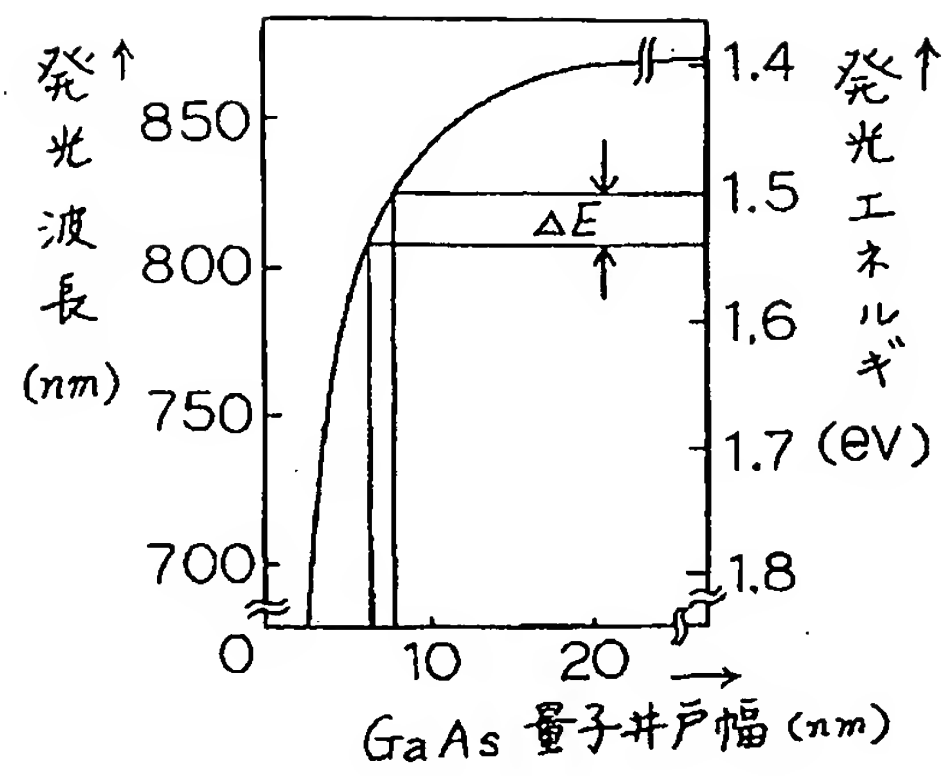
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

